

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-087590

(43)Date of publication of application : 31.03.1995

(51)Int.Cl.

H04R 3/12

H04R 1/40

H04R 3/00

(21)Application number : 05-225304

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 10.09.1993

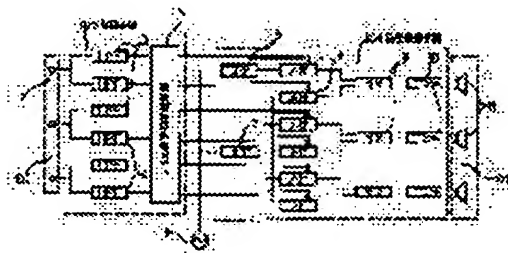
(72)Inventor : FURUTA AKIHIRO
SATO KAZUhide
TANAKA TSUNEO

(54) VARIABLE DIRECTIVITY SPEAKER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a variable directivity speaker having sharp directivity even in a normal room.

CONSTITUTION: The output of a signal source 1 is band-divided and branched by a low pass filter 6 and a high pass filter 7. After a signal level attenuater 8 sets the level of the branched signals and a mixer 9 mixes them, the signal is amplified by an amplifier 10 and inputted to a speaker unit 11. A microphone 2 collects direct and reflected waves radiated from a speaker array and the signal is band-divided by low and high pass filters 3, 4 and inputted to a level setting controller 5. The level setting controller 5 receives the band-divided signal of each microphone and detects sound pressure distribution in the room in each frequency band to set the signal level attenuater 8 so as to obtain desired sound pressure distribution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-87590

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 R	3/12	Z		
	1/40	3 1 0		
	3/00	3 1 0		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-225304

(22) 出願日 平成5年(1993)9月10日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 古田 暁広

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 佐藤 和栄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 田中 恒雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

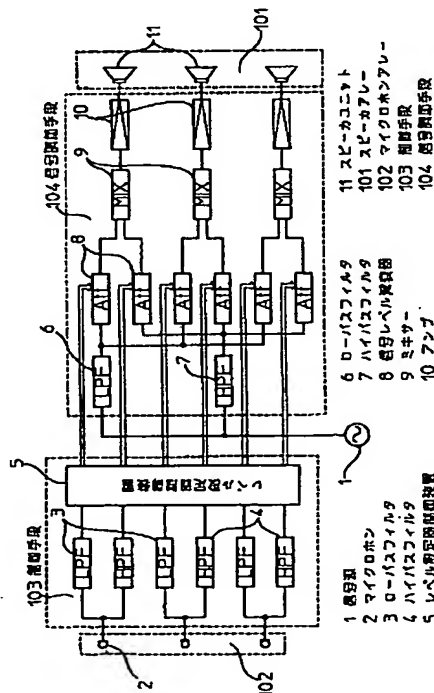
(74) 代理人 弁理士 森本 義弘

(54) 【発明の名称】 指向性制御スピーカ装置

(57) 【要約】

【目的】 通常の室内で用いた場合でも、鋭い指向性を得る指向性制御スピーカ装置を提供する。

【構成】 信号源1の出力は、ローパスフィルタ6およびハイパスフィルタ7によって帯域分割され分岐される。分岐された信号は、信号レベル減衰器8によってレベルが設定され、ミキサー9によって混合された後、アンプ10で増幅され、スピーカユニット11に入力される。マイクロホン2は、スピーカアレー101から放射された直接波および反射波を集音し、信号はローパスフィルタ3およびハイパスフィルタ4によって帯域分割され、レベル設定器制御装置5に入力される。レベル設定器制御装置5は各マイクロホンの帯域分割された信号を受けて、各周波数帯域における室内の音圧分布を検知し、これに基づいて、所望の音圧分布が得られるように信号レベル減衰器8を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 線状または面状に配列された複数個のスピーカユニットからなるスピーカアレーと、線状または面状に配列された複数個のマイクロホンからなるマイクロホンアレーと、

前記複数個のスピーカユニットへの入力信号を調節するための信号調節手段、および前記複数個のマイクロホンからの出力信号を取り込みこれに基づいて前記信号調節手段を制御する制御手段を具備し、

前記信号調節手段は、信号の周波数帯域を分割する複数個のフィルタ(A)と、前記フィルタ(A)のそれぞれに縦続された複数個の信号レベル減衰器、および前記信号レベル減衰器からの信号を混合するミキサーであり、前記制御手段は、前記複数個のマイクロホンにそれぞれ縦続され前記マイクロホンからの出力信号の周波数帯域を分割する複数個のフィルタ(B)の出力電圧値に応じて、前記信号レベル減衰器を制御することを特徴とする指向性制御スピーカ装置。

【請求項2】 制御手段は、マイクロホンからの出力信号の周波数帯域を分割する複数個のフィルタ(B)と、前記フィルタ(B)が接続された演算装置からなり、演算装置は、前記各フィルタの出力値に応じて信号レベル減衰器の制御値を計算する計算装置と、前記計算装置の計算結果を一時保存する保存装置からなり、前記計算装置は、分割された各々の周波数帯域において、前記マイクロホンの位置についてあらかじめ設定した音圧値と実際の音圧値との差の絶対値または2乗に、所定の係数をかけたものの総和を計算し、前記保存装置に保存された値を参照して前記総和を最小とするように、信号レベル減衰器の制御値を更新して、繰り返し制御することを特徴とする請求項1に記載の指向性制御スピーカ装置。

【請求項3】 線状または面状に配列された複数個のスピーカユニットからなるスピーカアレーと、線状または面状に配列された複数個のマイクロホンからなるマイクロホンアレーと、前記複数個のスピーカユニットへの入力信号を調節するための信号調節手段、および前記複数個のマイクロホンからの出力信号を取り込みこれに基づいて前記信号調節手段を制御する制御手段を具備し、前記信号調節手段は、A/D変換器、および複数個のFIRフィルタと、それに縦続された複数個のD/A変換器であり、前記制御手段は、前記複数個のマイクロホンにそれぞれ縦続された複数個のA/D変換器の出力値に応じて、前記FIRフィルタの係数を制御することを特徴とする指向性制御スピーカ装置。

【請求項4】 制御手段は、マイクロホンに縦続されたA/D変換器、および演算装置からなり、演算装置は、それぞれのA/D変換器に縦続された複数

個のFFT装置と、前記FFT装置の変換結果から所定の関数値を計算する計算装置と、前記計算装置の計算結果を一時保存する保存装置、および前記計算装置に接続された複数個の逆FFT装置からなり、

前記計算装置は、各周波数において、前記FFT装置の各々について、あらかじめ設定した値と実際の前記FFT装置の変換結果との差の絶対値または2乗に、所定の係数をかけたものの総和を求め、前記保存装置に保存されたFIRフィルタの伝達関数値を参照して、前記総和を最小にするように前記FIRフィルタの伝達関数値を更新し、

前記逆FFT装置は、各周波数における前記FIRフィルタの伝達関数値からFIRフィルタの係数を求め、前記FIRフィルタを繰り返し制御することを特徴とする請求項3に記載の指向性制御スピーカ装置。

【請求項5】 線状または面状に配列された複数個のスピーカユニットからなるスピーカアレーと、線状または面状に配列された複数個のマイクロホンからなるマイクロホンアレーと、前記複数個のスピーカユニットへの入力信号を調節するための信号調節手段と、前記複数個のマイクロホンからの出力信号を取り込みこれに基づいて前記信号調節手段を制御する制御手段、およびあらかじめ設定したサービスエリア内の受聴者の有無を検出する検出装置を具備し、受聴者の存在を検出した場合は、前記信号調節手段の制御方法を変化させることを特徴とする指向性制御スピーカ装置。

【請求項6】 検出装置は赤外線センサー、焦電センサー、監視カメラ、または超音波センサーのいずれかであることを特徴とする請求項5に記載の指向性制御スピーカ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、指向性を制御することが可能なスピーカ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 展示会場などで隣接するブースで異なる説明を行なう場合や、駅の隣合うホームで異なるアナウンスを行う場合などに、一般のスピーカシステムを用いると、それぞれの音声は混ざり合って大変聞き取りにくい場合がある。これは、通常のスピーカシステムは、どの方向にも同じように音声再生されるように、すなわち広い指向性を持つように設計されるからである。このような場合に、個々の音声を聞き取り易くするため、特定の場所だけに強い音圧が得られるような指向性の鋭いスピーカシステムが求められている。

【0003】 従来、音の狭指向性を実現する手段の一つに、複数個のスピーカユニットを線状や面状に配置することによってスピーカアレーを構成し、各スピーカユニ

ットに入力する信号を制御する方法が知られている。以下、その構成について図8から図12までを参照しながら説明する。

【0004】図8は、たとえば、特開平2-239798号公報中で開示された指向性スピーカ装置を示すブロック図である。構成要素として図中の1は信号源、17はA/D変換器、18はFIRフィルタ、19はD/A変換器、10は増幅器、101は複数のスピーカユニット11が直線状に配置されたスピーカアレーである。

【0005】これらの構成要素の関係と動作について説明すると、信号源1の出力はA/D変換された後に複数に分岐され、FIRフィルタ18によって位相・振幅特性の制御を受ける。さらに、D/A変換された後にアンプ10で増幅を受け、スピーカアレー101の対称軸について対称な位置にある一対のスピーカユニット11に同じ信号が入力される。

【0006】ここでスピーカアレー101を構成する各スピーカユニット11に入力する信号の位相・振幅特性を制御することによって、指向性を鋭くしたり、広くしたり、あるいは指向性の鋭い方向を変えること（指向軸の偏向）などが可能であることはよく知られている。

【0007】図9は、口径9.4cmのスピーカユニット11（12本）を25cm間隔の格子状に配列したスピーカアレー107と、信号源1、および増幅器10からなる指向性スピーカ装置である。

【0008】図10は、このスピーカアレーを構成するすべてのスピーカユニットを同位相・同レベルで駆動した場合の無響室内における音圧分布を示したものである。すなわちスピーカアレーから1.5mの距離にあって、スピーカアレーに平行な面内での等音圧線を表示したもので、等音圧線の間隔は3dB毎である。横軸の座標が1m、縦軸の座標が1.5mの点がスピーカアレーの中心直下にあたり、最も音圧が高くなる。なお図10では、この点での音圧レベルを0dBに規格化して表示している。

【0009】また、図11は、図9の指向性スピーカ装置を、縦3.8m×横6.8m×高さ3.0mの室内の天井に取り付けた場合のスピーカアレーから1.5m下方の水平面内の音圧分布を、図10と同様に示したものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の指向性スピーカ装置には次のような課題があった。図10と図11とを比較すると、同じスピーカ装置であっても、無響室内での指向性と実際の室内における指向性は大きく異なることが分かる。一般に、無響室でかなり鋭い指向性が得られるスピーカ装置でも、実際の室内にこれを取り付けて使用した場合は、音圧レベルの高い範囲がかなり広がってしまう。たとえば、500Hzで、最も音圧の高い点から2m離れた点での音圧

レベルは、図10では-28dBであるのに対し、図11では-9dBに過ぎない。

【0011】この理由を模式的に示したものが図12である。無響室内の壁面は音を反射しないため、音源の指向性が鋭い場合は、狭い範囲に集中して強い音圧が得られる。それに比べて、実際の室内の壁面は音を反射し、音波を拡散するために室内の音圧レベルは平均化され、強い音圧が得られる範囲を限定することが難しい。

【0012】これを解決するには、壁面からの反射波をあらかじめ考慮した上で、スピーカアレーを構成する各スピーカユニットに入力する信号の位相・振幅特性を制御する必要がある。しかし、室内でのスピーカと壁面との位置関係や室内の吸音率は個々に異なるため、図8のような構成をとった場合、スピーカを設置する個々の室について最適な制御方法を毎回計算し、フィルタ特性をその度ごとに变化させる必要があり、汎用性に欠ける問題がある。

【0013】本発明は、上記の問題点を解消し、反射波を有する実際の室内で指向性スピーカ装置を用いた場合にも鋭い指向性が得られ、さらにスピーカ装置を使用する場所にも関係なく鋭い指向性を得ることを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の指向性制御スピーカ装置は、上記目的を達成するために、線状または面状に配列された複数のスピーカユニットからなるスピーカアレーと、線状または面状に配列された複数のマイクロホンからなるマイクロホンアレーと、前記複数のスピーカユニットへの入力信号を調節するための複数の信号調節手段と、前記複数のマイクロホンからの出力信号を取り込み、これに基づいて前記信号調節手段を制御する制御手段から構成される。

【0015】

【作用】上記構成の指向性制御スピーカ装置において、スピーカアレーから放射された音波は、直接波もしくは壁面・床面・天井面からの反射波となって、各マイクロホンに到達する。制御手段は、まず各マイクロホンからの出力信号を取り込み、室内の音圧分布の状態を検知する。次に、これに基づいて、所望する音圧分布が得られるように信号調節手段の制御方法を求め、信号調節手段はこれによって制御される。

【0016】このようなプロセスを経ることにより、壁面からの反射波を考慮した形で、各スピーカユニットに入力する信号の位相・振幅特性が制御され、スピーカ装置を使用する場所に関係なく鋭い指向性を得ることが可能となる。

【0017】

【実施例】以下に、本発明をその実施例を示す図面に基づいて説明する。図1は、本発明にかかる第1の実施例の指向性制御スピーカ装置のブロック図である。図示の

各構成要素の関係と動作を説明すると、信号源1の出力は、まずローパスフィルタ6およびハイパスフィルタ7によって帯域分割され、制御の対象となるスピーカユニット（あるいはスピーカユニットの組）ごとに分岐される。分岐された信号は、信号レベル減衰器8によってレベルが設定される。各帯域毎にレベルが設定された信号は、ミキサー9によって制御対象のスピーカユニット（の組）ごとに混合された後、アンプ10で増幅を受け、スピーカアレー101内の各スピーカユニット11に入力される。信号調節手段104は、ローパスフィルタ6・ハイパスフィルタ7、信号レベル減衰器8、ミキサー9、アンプ10の全体で構成される。

【0018】マイクロホン2は、スピーカアレー101から放射された直接波および壁面などからの反射波を集音し、電気信号に変換する。信号はローパスフィルタ3およびハイパスフィルタ4によって帯域分割され、レベル設定器制御装置5に入力される。制御手段103は、ローパスフィルタ3、ハイパスフィルタ4、レベル設定器制御装置5からなる。

【0019】レベル設定器制御装置5は各マイクロホン2の帯域分割された信号を受けて、各周波数帯域における室内の音圧分布を検知する。さらに、検知した音圧分布に基づいて、所望の音圧分布が得られるように信号レベル減衰器8を設定する。

【0020】図2は、本実施例の指向性制御スピーカ装置を室内で使用する場合の一例を示したものである。スピーカアレー101は天井に取り付けられ、またマイクロホンアレーは床面に2次元状に配列され、室内の音圧分布を検知している。

【0021】このような構成により、各周波数帯域において、壁面からの反射波を考慮した形で、各スピーカユニットに入力する信号のレベルが制御され、スピーカ装置を使用する場所に関係なく鋭い指向性を得ることが可能となる。

【0022】なお、上記実施例では、信号をローパスフィルタおよびハイパスフィルタによって2帯域に分割した場合について説明したが、これに限らず、信号を3つ以上の帯域に分割した場合は、より細かな制御が可能となる。また、スピーカユニットやマイクロホンの配置については図示の配置に限定されるものではない。

【0023】次に、本発明の第2の実施例の指向性制御スピーカ装置について、図3を参照しながら説明する。図3は本実施例の指向性制御スピーカ装置のブロック図である。図3において、スピーカアレー101、マイクロホンアレー102、および信号調節手段104は、第1の実施例と同様の構成である。

【0024】マイクロホン2は、直接波・反射波を集音し電気信号に変換する。信号はローパスフィルタ3およびハイパスフィルタ4によって帯域分割され、電圧計12は帯域分割された信号の電圧（すなわち、マイクロホ

ンの位置における各帯域毎の音圧値）を測定し、測定値を計算装置13に送る。計算装置13は以下の計算を行い、各周波数帯域における信号レベル減衰器8の設定値を算出し、信号レベル減衰器8を設定するとともに設定値を保存装置14に保存する。

【0025】第*i*番目のマイクロホン（*i* = 1、 \dots 、*M*）の位置での実際の音圧を*P_i*、各マイクロホンについてあらかじめ設定した音圧値を*T_i*とする。また、*k*回目のステップにおける第*j*番目の信号レベル設定器（*j* = 1、 \dots 、*N*）の設定値を*X_j*（*k*）とする。*P_i*と*T_i*の差の2乗に所定の重み係数*W_i*を掛け

たものの、*i*についての総和*E*は（式1）で表される。

$$E = \sum_{i=1}^M W_i (P_i - T_i)^2 \quad (式1)$$

ここで*E*は*X_j*（*k*）の関数であるが、ここで一つ前のステップ*k* - 1回目における*j*番目の信号レベル設定器の設定値*X_j*（*k* - 1）が保存装置14に保存されており、これを参照して*E*が小さくなるように、新しい設定値*X_j*（*k* + 1）を算出することができる。これには、たとえば準ニュートン法のアルゴリズムを用いれば良い。

【0026】このステップを繰り返すことによって、信号レベル設定器の設定値*X_j*が収束するとともに、*E*の値は漸次小さくなり、各周波数帯域における実際の音圧値が設定値に近づく。したがって、マイクロホンの位置での設定音圧値*T_i*を、特定の場所にのみ強い音圧が得られるように設定すれば、実際の室内においても鋭い指向性が得られる。

【0027】なお、（式1）の代わりに、（式2）で表されるような実際の音圧を*P_i*、設定した音圧値を*T_i*とし、*P_i*と*T_i*の差の絶対値に所定の重み係数*W_i*を掛けたものの*i*についての総和*E*を用いても同じである。これは（式2）のように表される。

$$E = \sum_{i=1}^M W_i |P_i - T_i| \quad (式2)$$

なお、本実施例ではフィルタの出力レベルを読みとるのに、電圧計を使用しているが、これに限らず、各フィルタの出力レベルに応じて、上記の演算が行われるような演算装置を構成すれば良い。

【0028】次に、本発明の第3の実施例の指向性制御スピーカ装置について、図4を参照しながら説明する。図4は第3の実施例の指向性制御スピーカ装置のブロック図である。信号源1の出力は、A/D変換器17でデジタル信号に変換され、制御の対象となるスピーカユニット（あるいはスピーカユニットの組）ごとに分岐される。分岐された信号は、FIRフィルタ18によって

制御された後、D/A変換器19でアナログ信号に変換され、アンプ10で増幅を受けて、各スピーカユニット11に入力される。信号調節手段104は、A/D変換器17、FIRフィルタ18、D/A変換器19、アンプ10の全体で構成される。

【0029】マイクロホン2は、スピーカアレー101から放射された直接波および壁面などからの反射波を集音し、電気信号に変換する。信号はA/D変換器15によってデジタル信号に変換され、FIRフィルタ制御装置16に入力される。制御手段103は、A/D変換器15およびFIRフィルタ制御装置16からなる。

【0030】FIRフィルタ制御装置16は各マイクロホンのデジタルに変換された信号を受けて、各周波数帯域における室内の音圧分布を検知する。さらに、検知した音圧分布に基づいて、所望の音圧分布が得られるようにFIRフィルタ18の係数を設定する。

【0031】上記構成は、制御手段・信号調節手段に、特にデジタル信号処理を用いた点を除けば第1の実施例と同じ構成であり、スピーカ装置を使用する場所に関係なく鋭い指向性を得ることが可能となる。

【0032】次に、本発明の第4の実施例の指向性制御スピーカ装置について、図5を参照しながら説明する。図5は第4の実施例の指向性制御スピーカ装置のブロック図である。図5において、スピーカアレー101、マイクロホンアレー102、および信号調節手段104は、第3の実施例と同様の構成である。

【0033】マイクロホン2は、直接波・反射波を集音し電気信号に変換する。信号はA/D変換された後、FFT装置20によって周波数分析され、その結果を計算装置21に送る。計算装置21は第2の実施例において計算装置13が行うものと同様の計算を行い、FIRフィルタ18の伝達関数を算出する。その計算結果を逆FFT装置23に送るとともに、伝達関数値を保存装置22に保存する。逆FFT装置23は伝達関数値からFIRフィルタ18の係数値を求め、FIRフィルタ18を設定する。

【0034】上記構成は、制御手段・信号調節手段に、特にデジタル信号処理を用いた点を除けば第2の実施例と同じ構成であり、スピーカ装置を使用する場所に関係なく鋭い指向性を得ることが可能となる。さらに、デジタル信号処理を用いることにより、アナログ信号処理などでは実現不能なフィルタでも簡単に構成できるため、各周波数において緻密で正確な制御ができる。

【0035】最後に、本発明の第5の実施例の指向性制御スピーカ装置について、図6および図7を参照しながら説明する。図6は、第5の実施例の指向性制御スピーカ装置のブロック図である。図6において、スピーカアレー101、マイクロホンアレー102、制御手段103、および信号調節手段104は、第1の実施例と同様の構成である。スピーカアレー101とマイクロホンア

レー102の間には、サービスエリア内の受聴者の有無を検出する検出装置107が設置されている。

【0036】検出装置107は赤外線源とその受信装置からなる。赤外線源と受信装置の間に受聴者が立つと、赤外線が遮られ、受信装置は受聴者の存在を検出する。図7は、本実施例の指向性制御スピーカ装置を室内で使用する場合の一例を示したものである。スピーカアレー101は天井に取り付けられ、マイクロホンアレーは床面に2次元状に配列され、室内の音圧分布を検知している。また検出装置107は壁面に設置されている。

【0037】検出装置107はサービスエリア内の受聴者の存在を検出すると、レベル設定器制御装置が信号調節手段104の制御方法を変化させる。例えば、複数の指向性制御スピーカ装置を用いる場合、受聴者が存在する場合には指向性を鋭くして音量を上げ、受聴者が存在しない場合は指向性を広くして音量を下げるようにすれば効果的である。

【0038】なお、本実施例では検出装置に赤外線源とその受信装置を用いた場合について説明したが、検出装置としてはこれに限定されるものではない。たとえば、内部監視カメラ、焦電センサー、超音波センサーを検出装置に用いた場合でも、同様の効果が得られる。

【0039】

【発明の効果】以上の各実施例の説明より明らかなように、本発明は反射波を有する実際の室内で指向性制御スピーカ装置を用いた場合にも鋭い指向性が得られ、さらにスピーカ装置を使用する場所に関係なく鋭い指向性が得られるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の指向性制御スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図2】同指向性制御スピーカ装置の配置を示す斜視図

【図3】本発明の第2の実施例の指向性制御スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図4】本発明の第3の実施例の指向性制御スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図5】本発明の第4の実施例の指向性制御スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図6】本発明の第5の実施例の指向性制御スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図7】同指向性制御スピーカ装置の配置を示す斜視図

【図8】第1の従来例の指向性スピーカ装置の構成を示すブロック図

【図9】第2の従来例の指向性スピーカ装置の構成を示す図

【図10】図9の指向性スピーカ装置の無響室における音圧分布を示す図

【図11】図9の指向性スピーカ装置の室内における音圧分布を示す図

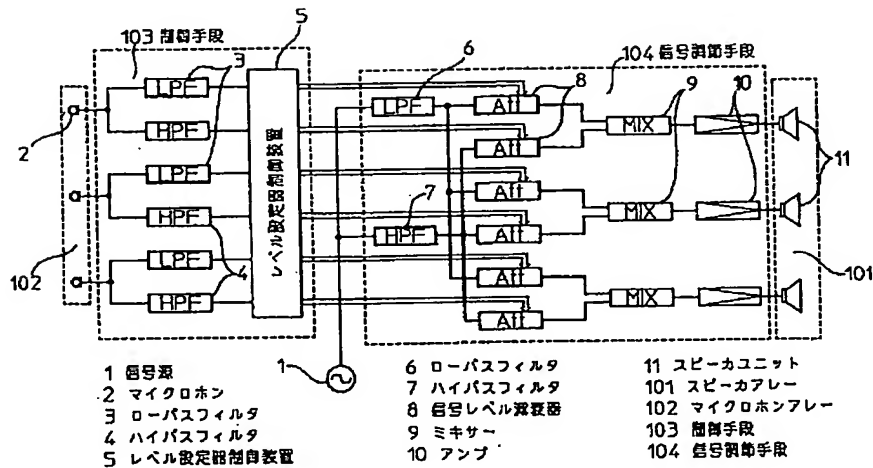
【図12】図9の指向性スピーカ装置の作用を示す図

【符号の説明】

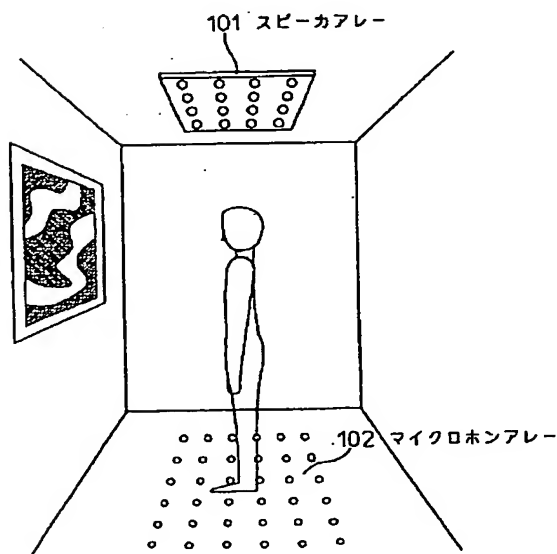
- 1 信号源
2 マイクロホン
3 ローパスフィルタ
4 ハイパスフィルタ
5 レベル設定器制御装置
6 ローパスフィルタ
7 ハイパスフィルタ

- * 8 信号レベル減衰器
9 ミキサー
10 アンプ
11 スピーカユニット
101 スピーカアレー
102 マイクロホンアレー
103 制御手段
* 104 信号調節手段

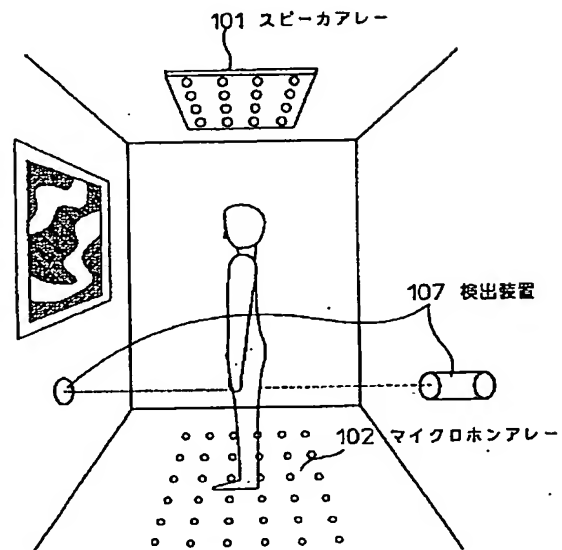
【図1】



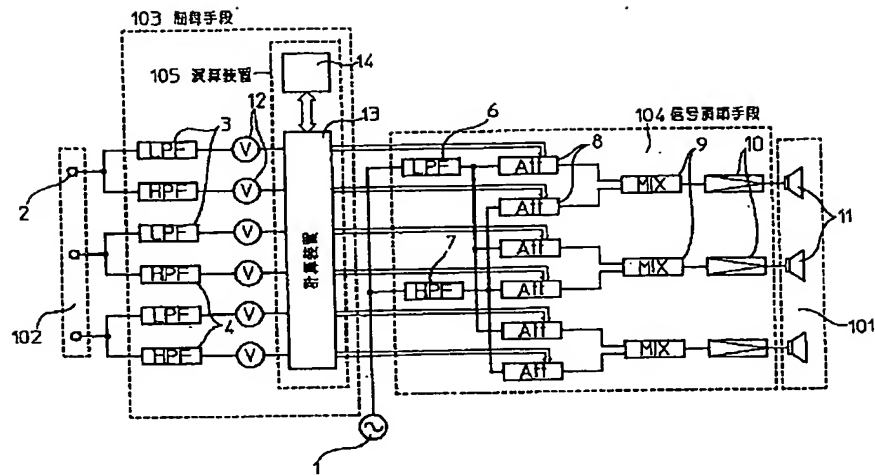
【図2】



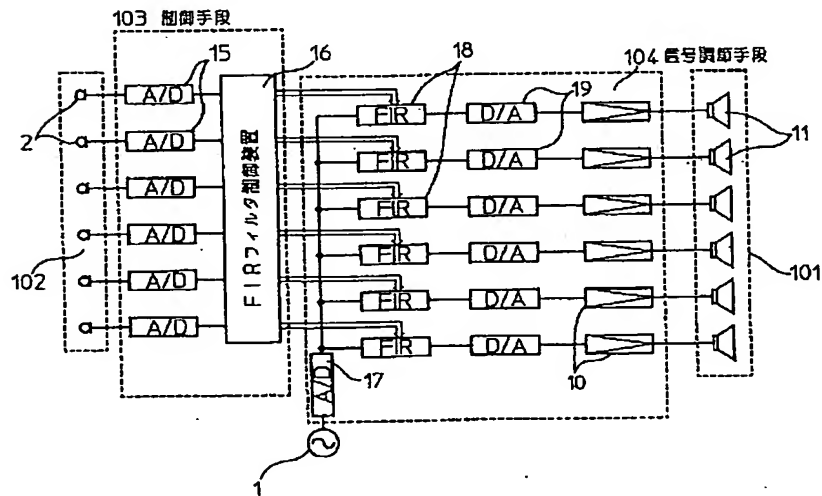
【図7】



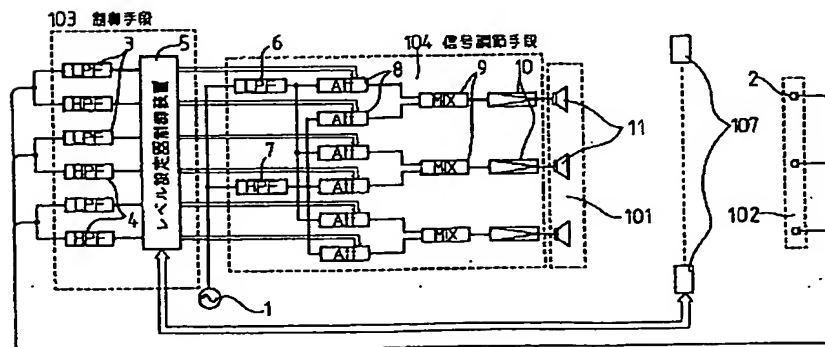
【図3】



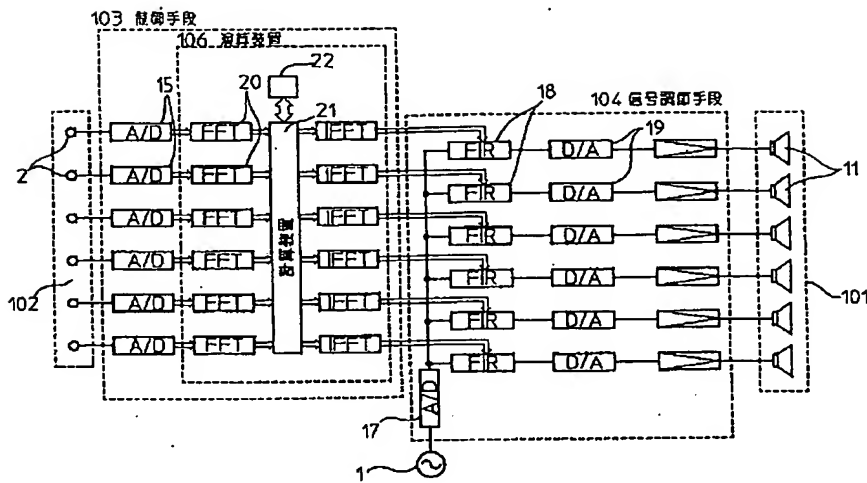
【図4】



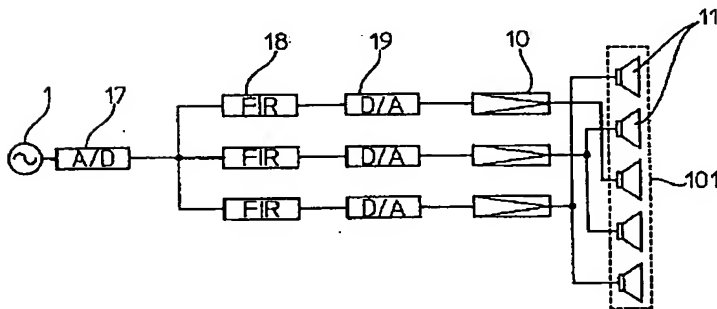
【図6】



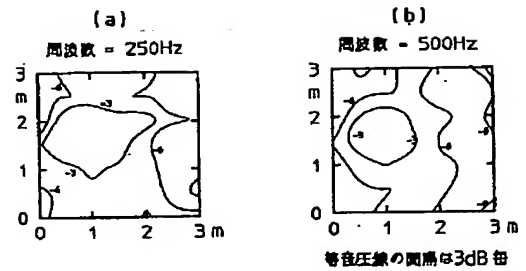
【図5】



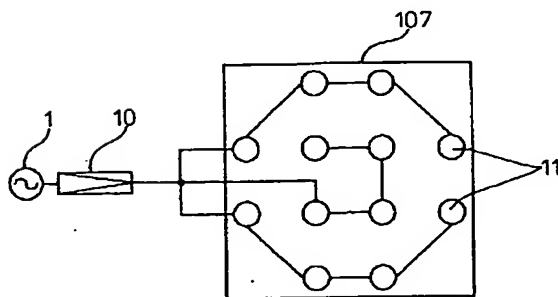
【図8】



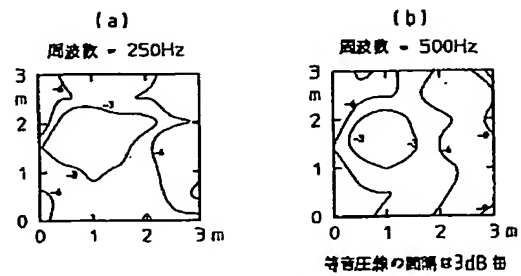
【図10】



【図9】



【図11】



【図12】

